

METHOD FOR CALCULATING SOC OF SECONDARY BATTERY FOR ELECTRIC AUTOMOBILE

Patent Number: JP2000258513

Publication date: 2000-09-22

Inventor(s): HIRATA NORIHIKO

Applicant(s): NISSAN MOTOR CO LTD

Requested Patent: JP2000258513

Application Number: JP19990061068 19990309

Priority Number(s):

IPC Classification: G01R31/36; B60L3/00; B60L11/14; H01M10/48; H02J7/00

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for calculating SOC of secondary battery for electric automobile by which the charged-state SOC of a secondary battery can be calculated with accuracy.

SOLUTION: The internal resistance (r) of a secondary battery 6 is calculated from a formula, $r=r_0A_2/A_1$, where the r_0 , A_1 , and A_2 respectively represent a prescribed resistance value, a first resistance ratio based on the temperature T of the battery 6, and a second resistance ratio based on a prescribed standard charged state. Then the open-circuit voltage E of the battery 6 is calculated by using a formula, $F=V+I.r$, where the r , I , and V respectively represent the calculated internal resistance and the current and voltage of the battery 6. Thereafter, the SOC of the battery 6 is calculated from the open-circuit voltage E and the correlation between the voltage E and SOC.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-258513

(P2000-258513A)

(43)公開日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(51)Int.Cl.
G 01 R 31/36
B 60 L 3/00
11/14
H 01 M 10/48
H 02 J 7/00

識別記号

F I
G 01 R 31/36
B 60 L 3/00
11/14
H 01 M 10/48
H 02 J 7/00

テ-73-1 (参考)
A 2 G 01 6
S 5 G 00 3
5 H 03 0
P 5 H 11 5
P

審査請求 未請求 請求項の数 2 OL (全 8 頁) 最終頁に統く

(21)出願番号 特願平11-61068

(22)出願日 平成11年3月9日(1999.3.9)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 枝田 奥彦

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74)代理人 100084412

弁理士 永井 冬紀

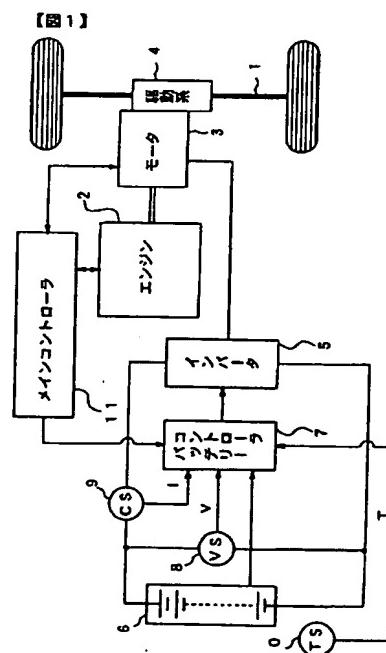
最終頁に統く

(54)【発明の名称】 電気自動車用二次電池のSOC演算方法

(57)【要約】

【課題】 充電状態SOCを精度良く算出することができる電気自動車用二次電池のSOC演算方法の提供。

【解決手段】 二次電池6の電池内部抵抗 r を、所定抵抗 r_0 、電池温度 T に基づく第1の抵抗比 A_1 および所与の基準充電状態に基づく第2の抵抗比 A_2 から式「 $r = r_0 \cdot A_2 / A_1$ 」により算出する。そして、算出された電池内部抵抗 r と充放電時の電池6の電流 I および電圧 V から式「 $E = V + I \cdot r$ 」を用いて開放電圧 E を算出し、この開放電圧 E と開放電圧対SOC相関から電池6のSOCを算出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電池開放電圧と電池の充電状態を表すSOCとの相関を示す開放電圧対SOC相関を利用して、電池開放電圧から電池の充電状態を算出する電気自動車用二次電池のSOC演算方法において、

前記電池開放電圧Eを、(a)前記電池に関して予め与えられる所定抵抗値r0と、電池温度に基づく第1の抵抗比A1と、所与の基準充電状態に基づく第2の抵抗比A2とから式(1)により算出される電池内部抵抗rと、

(b)充放電時の前記電池の電流Iおよび電圧Vと、から式(2)により算出することを特徴とする電気自動車用二次電池のSOC演算方法。

$$[数1] r = r_0 \cdot A2 / A1 \quad \dots (1)$$

$$E = V + I \cdot r \quad \dots (2)$$

【請求項2】 電池開放電圧と電池の充電状態を表すSOCとの相関を示す開放電圧対SOC相関を利用して、電池開放電圧から電池の充電状態を算出する電気自動車用二次電池のSOC演算方法において、

電池温度と充放電時の電池の電圧Vおよび電流Iとを検出する第1の工程と、

電池温度に依存する第1の抵抗比A1を前記第1の工程で検出された電池温度に基づいて算出する第2の工程と、電池の充電状態に依存する第2の抵抗比A2を所与の基準充電状態に基づいて算出する第3の工程と、

電池の基準抵抗r0、前記第2の工程で算出された第1の抵抗比A1および前記第3の工程で算出された第2の抵抗比A2から式(3)により電池内部抵抗rを算出する第4の工程と、

$$[数2] r = r_0 \cdot A2 / A1 \quad \dots (3)$$

前記電圧V、前記電流Iおよび前記電池内部抵抗rから式(4)により電池開放電圧Eを算出する第5の工程と、

$$[数3] E = V + I \cdot r \quad \dots (4)$$

前記第5の工程で算出された電池開放電圧Eおよび前記開放電圧対SOC相関から電池の充電状態を算出する第6の工程と、

前記第6の工程で算出された充電状態を前記基準充電状態に設定する第7の工程とを有し、前記第3の工程から前記第7の工程までの一連の工程を複数回繰り返し行うことを特徴とする電気自動車用二次電池のSOC演算方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハイブリッド車を含む電気自動車に用いられる電気自動車用二次電池のSOC演算方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ハイブリッド自動車等を含む電気自動車では、モータ駆動用二次電池としてニッケル水素電池やリチウムイオン電池などが用いられる。二次電池の充電

10 状態を表す量の一つとしてSOC(state of charge)があり、満充電状態をSOC=100%で表し、SOC=0%で充電量ゼロの状態を表す。上述したニッケル水素電池やリチウムイオン電池では、電池温度に関係なく開放電圧EoとSOCとの間に所定の相関関係があり、開放電圧EoとSOCとは一対一の対応関係が成り立っている。そこで、電池の開放電圧Eoを計測または計算により推定して、Eo-SOC相関から開放電圧Eoに対応するSOCを求めることができる。一般的に、充放電時の開放電圧Eは、充放電時の電池総電圧V、負荷電流Iおよび電池内部抵抗rから次式(5)により推定される。

$$[数4] E = V + I \cdot r \quad \dots (5)$$

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来、式(5)を用いて開放電圧Eを算出する場合には、内部抵抗rとして一定の設定値r0、例えば、SOC=100%、電池温度20°Cのときの内部抵抗、を用いて算出するようしている。しかし、内部抵抗rは電池温度やそのときのSOCに依存するため、一定の設定値r0を用いて算出された開放電圧Eと実際の開放電圧Eoとの間に誤差が生じ、開放電圧Eの誤差の分だけSOCの算出精度が低下してしまうという欠点があった。

【0004】本発明の目的は、充電状態SOCを精度良く算出することができる電気自動車用二次電池のSOC演算方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】発明の実施の形態を示す図1に対応付けて説明する。

①請求項1の発明は、電池開放電圧と電池6の充電状態を表すSOCとの相関を示す開放電圧対SOC相関を利用して、電池開放電圧から電池6の充電状態を算出する電気自動車用二次電池のSOC演算方法に適用され、電池開放電圧Eを、(a)電池6に関して予め与えられる所定抵抗値r0と、電池温度Tに基づく第1の抵抗比A1と、所与の基準充電状態に基づく第2の抵抗比A2とから式(6)により算出される電池内部抵抗rと、(b)充放電時の電池6の電流Iおよび電圧Vと、から式(7)により算出することにより上述の目的を達成する。なお、基準充電状態としては、充電状態算出時より過去に算出された充電状態や計測された開放電圧などが用いられる。

$$[数5] r = r_0 \cdot A2 / A1 \quad \dots (6)$$

$$E = V + I \cdot r \quad \dots (7)$$

②請求項2の発明は、電池開放電圧と電池6の充電状態を表すSOCとの相関を示す開放電圧対SOC相関を利用して、電池開放電圧から電池6の充電状態を算出する電気自動車用二次電池のSOC演算方法に適用され、電池温度Tと充放電時の電池の電圧Vおよび電流Iとを検出する第1の工程と、電池温度に依存する第1の抵抗比A1を第1の工程で検出された電池温度Tに基づいて算出する第2の工程と、電池6の充電状態に依存する第2の抵抗比

A2を所与の基準充電状態に基づいて算出する第3の工程と、電池6の基準抵抗値r0、第2の工程で算出された第1の抵抗比A1および第3の工程で算出された第2の抵抗比A2から式(8)により電池内部抵抗rを算出する第4の工程と、

$$[数6] r = r0 \cdot A2 / A1 \quad \dots (8)$$

電圧V、電流Iおよび電池内部抵抗rから式(9)により電池開放電圧Eを算出する第5の工程と、

$$[数7] E = V + I \cdot r \quad \dots (9)$$

第5の工程で算出された電池開放電圧Eおよび開放電圧対SOC相関から電池6の充電状態を算出する第6の工程と、第6の工程で算出された充電状態を基準充電状態に設定する第7の工程とを有し、第3の工程から第7の工程までの一連の工程を複数回繰り返し行うことにより上述の目的を達成する。なお、基準充電状態としては、充電状態算出時より過去に算出された充電状態や計測された開放電圧などが用いられる。

[0006] なお、本発明の構成を説明する上記課題を解決するための手段の項では、本発明を分かり易くするために発明の実施の形態の図を用いたが、これにより本発明が発明の実施の形態に限定されるものではない。

[0007]

【発明の効果】本発明によれば、電池開放電圧Eの算出に用いられる電池内部抵抗rを、所定抵抗値r0、電池温度に基づく第1の抵抗比A1および基準充電状態に基づく第2の抵抗比A2から算出しているので、電池状態がより正確に反映された電池内部抵抗rが算出され、この電池開放電圧と開放電圧対SOC相関とから算出される充電状態SOCの精度向上を図ることができる。特に請求項2の発明では、算出された充電状態SOCに基づいて第2の抵抗比A2を算出するとともに、その第2の抵抗比A2を用いて再び充電状態SOCを算出する演算処理を複数回繰り返し行うので、より高精度な充電状態SOCを算出することができる。

[0008]

【発明の実施の形態】以下、図1～図7を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1はバラレル・ハイブリッド車の構成を示すブロック図である。エンジン2の主軸には電動モータ3の回転子が直結されており、エンジン2および/またはモータ3の駆動力は駆動系4を介して車輪1に伝達される。モータ3は二次電池6により駆動されるが、この際にインバータ5を用いて二次電池6の直流電力を交流電力に変換する。

[0009] バラレル・ハイブリッド車におけるモータ3の運転モードには、車輪1を駆動する駆動モードと二次電池6を充電する発電モードがある。車両自体の駆動モード時、すなわち加速時、平坦路走行時や登坂時等に、モータ3へ電力を供給する二次電池6が充分な充電状態にある場合には、モータ3を駆動モードで運転してエンジン2とモータ3の両方の駆動力により走行する。

ただし、二次電池6の充電状態が低い場合にはモータ3を発電モードで運転して、エンジン2の駆動力により走行を行うとともにエンジン2の駆動力によりモータ3の回転子を回転し、モータ3による発電を行って二次電池6を充電する。この発電モード時には、インバータ5はモータ3からの交流電力を直流電力に変換して二次電池6へ供給する。

[0010] 一方、車両制動モード時、すなわち減速時や降坂時などには、駆動系4を介した車輪の回転力によってエンジン2およびモータ3が駆動される。このとき、モータ3を発電モードで運転し回生エネルギーを吸収して二次電池6を充電する。7は電圧センサ8、電流センサ9、および温度センサ10により検出された端子電圧V、充放電電流Iおよび電池温度T等に基づいて二次電池6のSOC等を算出するとともに、インバータ12の出力制御や回生制御などを行なうバッテリーコントローラであり、CPU、RAM、ROM等を備えている。11はエンジン2、モータ3、バッテリーコントローラ7等の全般的な制御を行うメインコントローラである。

[0011] 図2は二次電池6の開放電圧EoとSOCとの相関関係の一例を示す図であり、図2に示すように電池6の開放電圧E'が分かれればEo-SOC相関からその時のSOCを求めることができる。なお、Eo-SOC相関は、予め相関式の形でバッテリーコントローラ7に記憶されている。前述したように、充放電時の開放電圧Eは、次式(10)を用いて算出する。

$$[数8] E = V + I \cdot r \quad \dots (10)$$

式(10)において、Vは負荷時の総電圧、Iは負荷電流、rは電池内部抵抗であり、VおよびIは図1の電圧センサ8および電流センサ9により検出される。

[0012] 図3は電池内部抵抗rの特性を示す図であり、縦軸は内部抵抗rを、横軸はDOD(depth of discharge)をそれぞれ表している。なお、DOD=0%はSOC=100%に対応し、DOD=100%はSOC=0%に対応している。図3においてL(0)は電池温度T=0°Cのときの内部抵抗特性を示しており、L(20)、L(40)はT=20°CおよびT=40°Cのときの内部抵抗特性を示している。図3からも分かるように、放電末期のDODが大きい領域を除けば、特性L(0)、L(20)、L(40)は互いに平行な直線と見なすことができる。

[0013] そこで、本実施の形態では、内部抵抗rについては次式(11)を用いて算出する。

$$[数9] r = r0 \cdot A2 / A1 \quad \dots (11)$$

ここで、r0は内部抵抗の初期設定値であり、電池温度T=20°C、SOC=100%のときの内部抵抗値である。また、A1は電池温度Tに依存する電池内部抵抗比、A2は電池のSOCに依存する電池内部抵抗比であり、表1の(a)、(b)にA1、A2の一例を示す。なお、二次電池6に関するA1、A2は予め表1のようなテーブルとしてバッテリーコントローラ7(図1)に入力されている。式(11)

によれば、電池温度が20°CでSOC=100%の場合にはA1= * r 1.22・r0となる。
 $A_2 = 1$ であるから $r = r_0$ となり、例えば、電池温度が30
 $^{\circ}\text{C}$ でSOC=80%の場合にはA1=0.9、A2=1.10であるから*

【表1】

電池温度(°C)	0	20	30	40
内部抵抗比A1	1.2	1	0.9	0.8

(a)

SOC(%)	100	90	80	70	60
内部抵抗比A2	1	1.05	1.1	1.12	1.15

(b)

【0014】次に、バッテリーコントローラ7で行われるSOC演算の手順について説明する。

-SOC演算例1-

図4に示すフローチャートを用いてSOC演算の第1の例について説明する。このフローチャートは車両電源をオンして車両起動することによりスタートし、ステップS1へ進む。ステップS1では、車両電源オン直後の負荷電流I=0の時の電圧、すなわち図1の電池6の開放電圧Eoを電圧センサ8より読み込む。ステップS2では、図2に示したEo-SOC相関からステップS1で求めた開放電圧Eoに対応する車両起動時のSOC(SOC1と記す)を算出し、このSOC1をバッテリーコントローラ7内のメモリ(不図示)に設けられたメモリ領域M1に記憶する。続くステップS3では、電池温度T、電圧V、電流Iの読み込みを行う。

【0015】ステップS4はSOC演算を行うステップであり、図5のフローチャートに詳細な手順を示す。図5のステップS4.1では、バッテリーコントローラ7に予め記憶されている内部抵抗比A1テーブルおよび内部抵抗比A2テーブルを用いて、電池温度Tに対応する内部抵抗比A1(T)およびメモリ領域M1のSOC1に対応するA2(SOC1)を算出する。ステップS4.2では、ステップS4.1で算出された内部抵抗比A1(T)、A2(SOC1)および上述した初期設定値r0から式(1.1)を用いて内部抵抗rを算出する。ステップS4.3では、電圧V、電流IおよびステップS4.2で算出された内部抵抗rから式(1.0)を用いて開放電圧Eを算出する。次いでステップS4.4で、Eo-SOC相関からステップS4.2で求めた開放電圧Eに対応するSOC2を算出してバッテリーコントローラ7のメモリ領域M2に記憶したならば、図5のSOC演算ルーチンを終了して図4のステップS5へ進む。

【0016】図4のステップS5は車両電源オフの指示を受信したか否かを判断するステップであり、YESならばSOC演算に関する一連の処理を終了する。一方、ステップS5においてNOと判断された場合には、ステップS

20 6へ進んでメモリ領域M2のSOC2を新たなSOC1としてメモリ領域M1に記憶する。その後ステップS3へ進み、車両電源オフの指示を受信するまでステップS3からステップS5までの処理を繰り返し行う。このようにして、起動後のSOCが次々と算出され、メモリ領域M1内のSOC1が電池6のSOCとして用いられる。

【0017】-SOC演算例2-

上述したSOC演算方法では、内部抵抗rを算出する際の内部抵抗比A2(SOC1)は、算出時のSOC2ではなくその前に得られたSOC1に基づくものである。そのため、算出されたSOC2は算出時の電池状態を正確に反映しておらず、内部抵抗比A2(SOC1)による誤差が含まれていることになる。そこで、このような誤差の影響を極力低減したSOC演算方法を、図6のフローチャートを用いて説明する。

30 【0018】図6においてステップS1からステップS4までの処理は図4のフローチャートのステップS1からステップS4と同様であり、ここでは説明を省略する。ステップS4でSOC2を算出したならば、ステップS1.0において車両電源オフの指示を受信したか否かを判断し、YESならばSOC演算に関する一連の処理を終了し、NOならばステップS1.1へ進む。ステップS1.1はメモリ領域M2に記憶されているSOC2とメモリ領域M1に記憶されているSOC1との差の大きさ|SOC2-SOC1|が設定値△S以下か否かを判断するステップであり、YESの場合にはステップS1.4へ進み、NOの場合にはステップS1.2へ進む。なお、||は絶対値記号を表す。

40 【0019】ところで、現在(ステップS1.1処理時)のSOCの算出値はメモリ領域M2のSOC2であり、メモリ領域M1に記憶されているSOC1はSOC2より1回前に算出されたSOCである。ここで、SOC2の算出に用いられる内部抵抗比A2(SOC1)は前回算出されたSOC1に基づいて算出されたものである。そのため、SOC1算出時からSOCが変化していないような場合には、例えば、SOC1が車両起動時のSOCでSOC2が車両走行開始前に算出されたものである場合にはSOC2=SOC1となるはずであるから、SOC2算出に用

いられる内部抵抗比A2(SOC1)はSOC1に基づくものであるがA2(SOC1)=A2(SOC2)とみなすことができる。

【0020】すなわち、SOCが変化していない場合には、算出値SOC1、SOC2はSOC2=SOC1を満たしステップS11からステップS14へと進む。そして、ステップS14においてメモリ領域M1の値をメモリ領域M2のSOC2の値に書き換えてSOC1として記憶したならば、ステップS3へ戻って次のタイミングのSOCを算出する。

【0021】一方、SOS2算出時のSOCがSOC1から変化している場合には、算出されたSOC2はSOC2≠SOC1となる。また、SOS2算出には内部抵抗比A2(SOC1)を用いているので、真の値SOC2'に対してもSOS2≠SOC2'となっている。ここで、SOS2はSOC1よりもSOC2'に近い値となるので、内部抵抗比A2(SOC1)の代わりにA2(SOC2)を用いてSOCを算出すれば、上述したSOS2よりも真の値SOC2'に近いSOCが算出できることになる。

【0022】そこで、ステップS11でNOと判断された場合には、ステップS12に進んでメモリ領域M1のSOC1の値をSOC2の値に書き換え、次のステップS13では書き換えられたSOC1を用いてSOC演算を行う。なお、ステップS13のSOC演算はステップS4の演算と同様であり説明を省略する。ステップS13でSOC2を算出したならばステップS11へ戻って、算出されたSOC2が|SOC2-SOC1|≤△Sであるか否かを判断する。そして、ステップS11においてSOC2が|SOC2-SOC1|≤△Sを満足してステップS14へ進むまで、ステップS11からステップS13までの処理を繰り返し行う。

【0023】このようにステップS11からステップS13までの処理を繰り返し行うと、算出されるSOC2は漸近的に真の値SOC2'に近づき、|SOC2-SOC1|は次第に小さくなる。そこで、繰り返し処理を終了する際の基準値△Sを所定精度のSOCが得られるように設定し、|SOC2-SOC1|≤△SとなったならばステップS14へ進んでメモリ領域M1の値をSOC2の値に書き換えた後、ステップS3へ戻って次のタイミングのSOCを算出する。

【0024】このように車両電源がオフとされるまでステップS3以降の処理を繰り返し行うことにより、SOCが次々と算出される。なお、メモリ領域M1に記憶されるSOC1が電池状態を表すSOCとして用いられる。この演算例2では、SOC2が|SOC2-SOC1|≤△Sを満足するまでSOC2を繰り返し算出するようにしているので、演算例1と比べて精度の高いSOCが得られる。

【0025】-SOC演算例3-

上述したSOC演算例2では、SOCが変化した場合には|SOC2-SOC1|が設定値△S以下となるまでSOC演算を繰り返し行ったが、図7のフローチャートで示す演算例3では△Sのような設定値を設けないで、SOC演算を規定の回数(M回)繰り返し行うようにした。図7のフローチャートでは、図6と同一内容のステップには図6と同一符号を付した。以下では図6のフローチャートと異なる部分

10 20 30 40 50 を中心に説明する。
【0026】ステップS20は算出されたSOCがメモリ領域M1のSOC1と等しいか否かを判断するステップであり、YESの場合にはステップS14へ進んでメモリ領域M1のSOC1をSOC2の値に書き換えた後にステップS3へ戻り、NOの場合には、すなわちSOCが変化した場合にはステップS21へ進む。次いで、ステップS21において繰り返し回数を示す変数Nを1に設定したならば、ステップS22へ進んでメモリ領域M1のSOC1をSOC2の値に書き換える。ステップS23はステップS4と同様に図4に示すようなSOC演算を行うステップであり、ステップS23においてSOC2を算出したならばステップS24へ進む。ステップS24は変数Nの値が規定繰り返し回数Mと等しいか否かを判断するステップであり、N<Mの場合にはステップS25へ進んで変数Nの値を1だけ増加した後にステップS22へ戻る。その後、変数NがN=MとなるまでステップS22～ステップS25の処理を繰り返し行う。そして、N=MとなったならばステップS24からステップS14へ進み、メモリ領域M1のSOC1をSOC2の値に書き換えた後にステップS3へ戻る。

【0027】上述したように、本実施の形態では、電池6の内部抵抗rを内部抵抗比A1、A2を用いて式(11)から算出するようにしたので、電池状態を反映した内部抵抗rを算出することができる。そして、この内部抵抗rを用いて式(10)により開放電圧Eを算出し、その開放電圧EとEo-SOC相関を用いてSOCを算出しているため、SOCを精度良く算出することができる。さらに、上述したSOC演算例2およびSOC演算例3では、算出されたSOC2に基づいて抵抗比A2を算出するとともに、このように抵抗比A2を補正しつつSOC2を繰り返し算出するようにしたので、より高精度なSOCを算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】パラレル・ハイブリッド車の構成を示すブロック図。

【図2】Eo-SOC相関図。

【図3】電池内部抵抗特性図。

【図4】SOC演算例1におけるSOC演算の手順を示すフローチャート。

【図5】図4に示すフローチャートの、ステップS4の演算処理を説明するフローチャート。

【図6】SOC演算例2におけるSOC演算の手順を示すフローチャート。

【図7】SOC演算例3におけるSOC演算の手順を示すフローチャート。

【符号の説明】

6 二次電池

7 バッテリーコントローラ

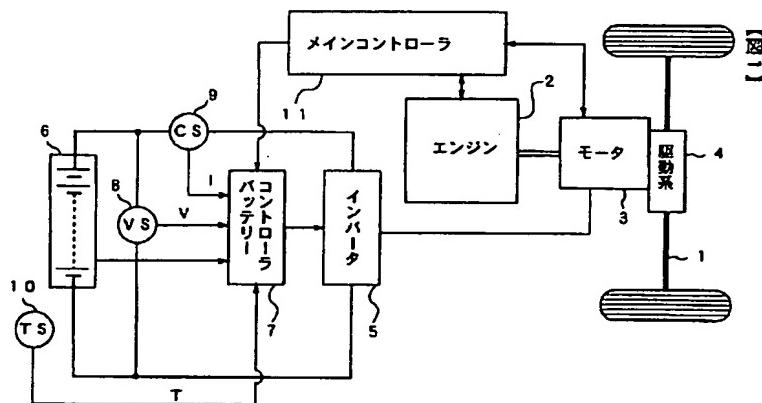
8 電圧センサ

9 電流センサ

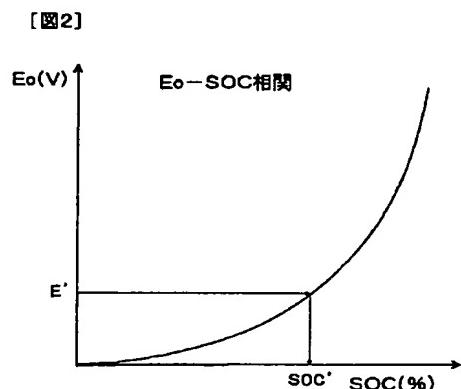
10 温度センサ

* * A1, A2 電池内部抵抗比

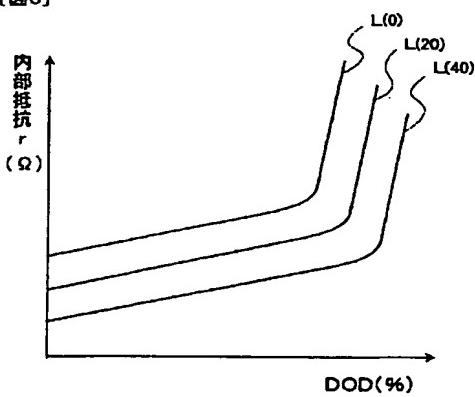
【図1】



【図2】

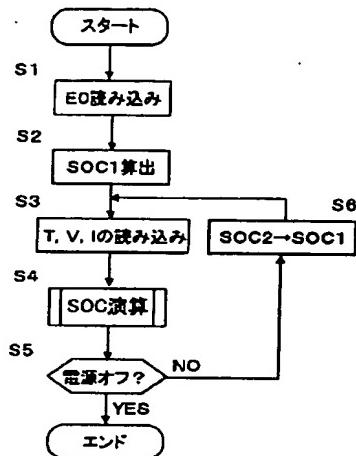


【図3】



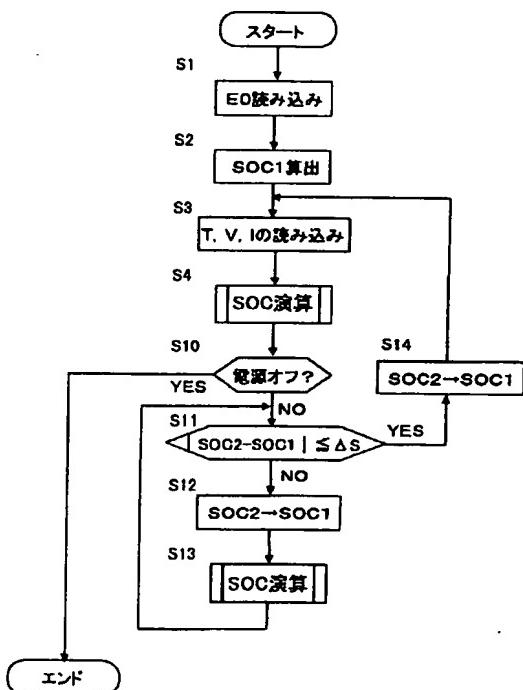
【図4】

【図4】



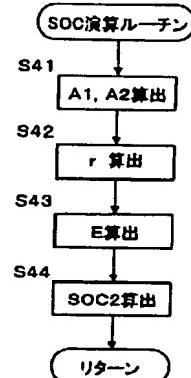
【図6】

【図6】



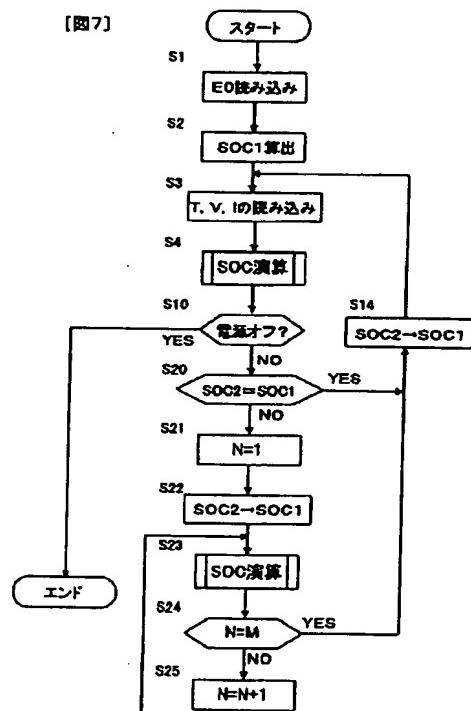
【図5】

【図5】



【図7】

【図7】



フロントページの続き

(S1)Int.C1.
H 0 2 J 7/00

識別記号

F I
H 0 2 J 7/00

マークド(参考)
X

F ターム(参考) 2G016 CA03 CB06 CB11 CB12 CB13
CB21 CB31 CC01 CC13 CC27
CC28 CD01 CD02 CD03
5G003 BA01 CA01 CA11 CB01 FA06
5H030 AA08 AA10 AS08 FF22 FF42
FF43 FF44
5H115 PG04 PI16 PI22 PI29 P017
PU08 PU23 PU25 PV09 QE06
QE10 QI04 QN03 TI01 TI05
TI06 TI10